

Application and Simulation Accuracy Analysis on Computer Simulation Technology for Large-Scale EPC Project Management

Dianfeng Tang

Hongqiqu Construction Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 117000, China

Abstract

The project management of large lost foam casting is more and more adopted by the industry, and China is also advocating the construction project of lost foam casting mode. However, there are many management problems involved in the lost foam casting project, and the management decision index can not be quantitatively described because of the lack of management information in the initial stage of the project. The application and establishment of simulation technology is based on the PERT technology of large EPC project quality, duration, cost decision analysis control computer simulation technology and simulation accuracy analysis, open up the application field of computer simulation technology, combine computer information technology and project management decision organically, provide scientific means and method for large-scale project construction management to improve decision level.

Keywords

project management; simulation technology; simulation accuracy; analysis

大型 EPC 项目管理计算机模拟技术应用及模拟精度分析

唐殿峰

红旗渠建设集团有限公司, 中国·辽宁 沈阳 117000

摘要

大型 EPC 项目管理越来越被业界采用, 中国也正在倡导采用 EPC 模式建设项目。但 EPC 项目涉及的管理层面问题众多, 而且项目初期由于管理信息量不足无法定量描述管理决策指标。模拟技术的应用和建立是基于 PERT 技术的大型 EPC 项目质量、工期、费用决策分析控制的计算机模拟技术及模拟精度进行分析, 开拓计算机模拟技术的应用领域, 把计算机信息技术与项目管理决策有机结合并应用, 为大型项目建设管理提高决策水平提供了科学手段和方法。

关键词

项目管理; 模拟技术; 模拟精度; 分析

1 引言

大型 EPC 项目因涉及的设计、采购、建设受各种随机客观因素的影响采用网络评审计划进行管理作为直观。把建设管理与计算机信息技术相结合是建设领域工程管理中的一个实际而又迫切需要解决的课题。模拟就是以真实过程或系统为对象对其运行过程进行计算机仿真从而解决工程项目无法进行全过程试验的问题, 它的方法介于对实际系统实验方法与数学模型方法之间的一种方法。正是工程项目本身的单件性一次性的特点, 导致项目本身无法进行试验, 也为项目管理模拟技术创造了应用条件。恰恰模拟得到的不是一个静态的最终解而是系统的整个动态过程, 对于分析决策方案的可行

性提供了科学手段^[1]。当这样的模拟达到一定的次数就会得到决策所需要的项目工期、费用、质量样本数据, 然后利用计算机进行科学分析, 得到决策数据。

2 工程简介

某大型 EPC 项目为国家长江泄洪区易地整体搬迁 EPC 项目, 规划面积 9.33 万 km²。分为缓建区、CBD 商务区、商业居住区、公共配套区、区域公共绿地公园等规划区。项目按 FEPC 模式运作, 由总承包企业进行融资、设计、采购、施工建造全过程全阶段承建的交钥匙工程。首期一期还建房项目建筑面积 28 万 m², 地下一层整体车库兼人防工程。地上 15 栋高层, 层数为 28 层-34 层。首期房开项目为 15 万 m²,

分为一类居住区和三类居住区。首期公共配套设施工程建筑面积为 4 万 m²。首期市政道路及景观工程占地面积为 5 万 m²。首期还建房必须要达到 36 个月向整体搬迁户交房入住。房开项目要在 31 个月交付入住，公共配套设施要在 18 个月投入教学使用。首期市政道路管网及公园要在 19 个月交付使用。项目管理包括项目立项、需求建议、概念规划设计、详细规划设计、项目施工图设计、基础设施配套设计、道路景观设计、工程采购、施工建造、竣工交付备案、向终端业主交付使用全过程。因此管理广度、深度、细度都很高。因此，迫切需要用全新的管理方法进行控制和优化。

3 模拟系统的应用与数据输出

采用文献的模拟系统已经开发成模拟系统工具，在普通 PC 机上都可以运行。大型 EPC 项目管理首选要编制全面实施计划，计划采用 PERT 网络计划。然后估计各工序任务的逻辑关系是否满足基本建设程序及规划报建程序，如不符合，将重新调整工序任务的逻辑关系指导符合管理精细化程度。然后，按照模拟系统的属性设置要求，估计工序任务的参数。系统会检查 PERT 网络计划的逻辑关系是否正确，并提出纠错工作任务。

PERT 工期的模拟是基于 PERT 计划，利用偏倚系数 (Coefficient of Schewness) 可以简化分布形态的描述，即偏左、偏右、对称。这样可以利用计算出数学期望及方差无偏估计的 3 个通解。这样就可以简化数学模型的建立。模拟过程中调用的随机数采用计算机系统种子数即可。

根据用户建立项目工期 - 费用 - 质量模拟的动态特性主要体现在工序作业时间模拟的随机抽样值不同，会产生网络计划的关键线路发生变化及工序质量满意度指标的变化。工序关键度指标是指工序在模拟运行次数中出现的频率，频率越大，则说明该工序关键程度越大。这样就可以把有限的资源优先投入到该项目工作中去，反之则相反。工序质量满意度是指工序在模拟中的作业时间的工作质量满意程度，用来评估是否因采取赶工而带来质量降低，它充分反映了工程项目在实施过程中具有动态特性。为工程项目的分级管理及优化控制提供了依据。

PERT 计划模拟技术的数据输入与输出，主要是要输入姓名开始时间，中途必要的技术性间歇时间的开始及复工时间节点，对工序时间的偏倚估计参数。需要满足置信水平

0.90、0.95、0.99 条件下的模拟次数等。本工程决策需要的精度为在置信水平为 0.95 即可满足精度需要，故模拟次数采用 500 次。

模拟后系统会输出各工序的作业时间，费用、质量满意度、ES EF LS LF TF FF 工序关键度。PERT 计划的工期频数直方图、费用频数直方图、质量满意频数直方图。各工序关键度指标。模拟系统可以的决策性质，可以单独进行工期、质量、费用的模拟，也可以进行多项决策指标的模拟^[2]。利用系统模拟结果见表 1。

某大型 EPC 项目的还建房设计、建设报建、采购、施工建设等交钥匙工程，通过模拟系统，并根据置信水平 0.95 的边界条件下，各主要里程碑阶段输出结果如表 1 所示。其中，费用单位为万元，工期单位为天。

表 1 模拟结果输出表

主要里程碑节点名称	模拟次数	工期分布	费用分布	质量分布
开发报建	500	N (125, 5 ²)	N (2647, 6 ²)	N (89%, 0.7 ²)
设计论证及设计图纸完成	500	N (183, 6 ²)	N (776, 11 ²)	N (91%, 0.7 ²)
大型采购完成	500	N (186, 6 ²)	N (34780, 12 ²)	N (93%, 0.6 ²)
建设综合验收完成	500	N (690, 5 ²)	N (46701, 13 ²)	N (92%, 0.6 ²)
项目交付使用	500	N (720, 6 ²)		N (96%, 0.6 ²)

4 模拟精度分析

根据系统模拟结果，EPC 项目的还建房设计工期，模拟 350 次，模拟平均值为 183 天，方差为 5.78 天，取 β=0.99，U=2.58，则平均值 T 的绝对误差如图 1 所示。

$$\begin{aligned} \epsilon &= U \frac{\sigma}{\sqrt{NN}} \\ &= 2.58 \frac{6}{\sqrt{350}} \\ &= 1(\text{天}) \end{aligned}$$

如果要求 ΔT 不超过 1 天，则模拟次数为

$$\begin{aligned} NN &= \frac{\sigma^2 \times U^2}{\epsilon^2} \\ &= \frac{6^2 \times 2.58^2}{1^2} \\ &= 240(\text{次}) \end{aligned}$$

图 1 数值

因此，取模拟次数为 240 次，工期均值 99% 的概率处于区间 [181, 184] 内，因此模拟次数选择 500 次的模拟结果具有足够的精度。

根据数理统计学，关于常用β-U值如表2所示。

表2 常用β-U值应用表

B	0.9	0.95	0.97	0.99	0.997
U	1.64	1.96	2.17	2.58	3

从房建施工到竣工交付工期的模拟，同样模拟350次，得到平均值T=720天，St=9天，取β=0.95，U=2.58，则工期平均值的绝对误差为3天。根据模拟精度分析，当模拟次数为500次，费用均值以0.99的概率处于^[716, 725]内，因此模拟次数选择500次的模拟结构具有足够的精度^[3]。

工序关键度精度分析。当选择模拟次数为350次时，还建房主体结构封顶工序任务的关键度为1.0，则P=1.0，NN=350，在β=0.95时如图2所示：

$$\epsilon = U \cdot \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{NN}}$$

$$= 1.96 \sqrt{\frac{1(1 - 1)}{350}} = 0$$

图2 模拟数值

说明该工序任务成为关键路线的置信程度为100%。因此，选择模拟次数500时具有足够的模拟精度。

工序（工作）任务质量任务满意度精度分析。还建房主体结构封顶的工序质量满意度为88.9，方差为0.76。则以β=0.99,350次模拟的置信区间为[87, 90]，这说明过度抢工会给工程质量带来隐患。

5 结语

大型EPC项目的管理采用计算机模拟技术是一个新课题，对项目管理的科学决策提供了依据。并可根据资源有限的前提下，通过工作任务关键度的指标来有限使用资源。同时，当确定了工作任务完成时间目标，就可根据计算机模拟的工作任务完成的质量满意度指标来评判工期指标是否合理。以确保工期、费用、质量、工作任务关键度等指标综合分析并决策。通过应用实践证明，该技术可以在任何项目管理决策中都可应用，而且可根据决策的需求不同而独立进行工期、费用、质量满意度指标的模拟应用。

参考文献

- [1] 邓聚龙. 灰色系统基本方法 [M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1992.
- [2] 冯允成. 活动网络分析 [M]. 北京: 航空航天大学出版社, 1991.
- [3] 唐殿峰, 秦桂娟. 工程项目质量工期费用控制模拟系统 [J]. 沈阳建筑工程学院学报, 1998(02):55-58.